

ALELOPATÍA Y SUSTANCIAS BIOACTIVAS

Potencial alelopático de bambúes tropicales. Efecto sobre la germinación y el crecimiento de cultivos tropicales Allelopathy Potential of tropical bamboo. Effect about the germination and the growth of tropical crops

Cristóbal Ríos y Misael Rosabal

Jardín Botánico Universidad Central de Las Villas, Carretera a Camajuani km 5 ½ Santa Clara, Villa Clara, Cuba.

E-mail: crios@uclv.edu.cu

RESUMEN. Fue estudiado el efecto de extractos acuosos provenientes de las hojarascas de *Guadua angustifolia* Kunth, *Bambusa vulgaris* Schrader ex Wendland y *Dendrocalamus strictus* Nees sobre la germinación y crecimiento de las semillas de diferentes cultivos tropicales: frijol (*Phaseolus vulgaris* L.); tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.); lechuga (*Lactuca sativa* L.); maíz (*Zea mays*, L.); arroz (*Oryza sativa* L.); melón de agua (*Cucumis melo* L.); ajonjolí (*Sesamum indicum* L.); rábano (*Brassica napus* L.) y berenjena (*Solanum melongena* L.). Los extractos fueron preparados a partir de la hojarasca presente en la superficie del suelo de los plantones de bambú y obtenidos de acuerdo a la metodología propuesta por Pratley *et al.* (1996). El potencial redox (mV) 24,5; 61,1 y 55,2; pH 6,72, 6,11 y 6,22 y la conductividad (mS/cm) 550, 684 y 598 fueron obtenidos de sus respectivos licores. La germinación (%) disminuyó en la lechuga, rábano, quimbombó y la zanahoria, mientras que hubo un efecto positivo en el ajonjolí y en frijol. En el largo del epicotilo se presentaron diferencias significativas ($P < 0.05$) para la lechuga, arroz, maíz y en el ajonjolí, mientras que en el largo de las radículas se presentaron diferencias ($P < 0,05$) para el melón, tomate, ajonjolí y frijol frente a los diferentes licores obtenidos. Los extractos incrementaron el largo de las radículas en el caso del maíz y el nabo (2,0 y 3,9 veces, respectivamente). Se comprueba por primera vez el efecto alelopático de la *Bambusa vulgaris* y *Guadua angustifolia* frente a diferentes cultivos tropicales.

Palabras clave: Bambúes tropicales, cultivos tropicales, *Guadua angustifolia*, potencial alelopático.

ABSTRACT. Effects of *Guadua angustifolia* Kunth, *Bambusa vulgaris* Schrader ex Wendland, *Dendrocalamus strictus* Nees and leaves extracts on seed germination and grow of beans (*Phaseolus vulgaris* L.), tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.), lettuce (*Lactuca sativa* L.), corn (*Zea mays* L.), rice (*Oryza sativa* L.), gourd melon (*Cucumis melo*), sesame (*Sesamum indicum* L.), turnip (*Brassica napus* L.) eggplant (*Solanum melongena* L.) seeds were studied. Aqueous extracts were prepared from the dry leaves clinging on adult bamboo culms and applied to the seeds. Redox potential (mV) 24.5, 61.1, and 55.2; pH 6.72, 6.11 and 6.22 and conductivity (mS/cm) 684, 550, and 598 were obtained from its respectively extracts. All bamboo species tested showed an allelopathic effect. With use of bamboo extracts germination was inhibited in lettuce, turnip, tomato, rice, gourd melon, okra, and eggplant, increasing sesame germination(+15%), and there was not influence on bean and maize germination; reducing the stem and root growth of maize, tomato, gourd melon, lettuce, squash and bean. The leaves extracts decreased the radicles grow in corn (2.0, and 3.9 times respectively). The strongest allelopathic effect was observed for *G. angustifolia* and *B. vulgaris* between the determined concentrations and the observed allelopathic effects is discussed.

Key words: Bamboo, tropical crops, *Guadua angustifolia*, Allelopathic potencial.

INTRODUCCIÓN

De acuerdo con Rice (1974), la alelopatía fue considerada como un efecto inhibidor ejercido sobre una especie vegetal por otra planta o microorganismo al liberar al medio compuestos químicos que van a afectarla directa o indirectamente.

Los alelos químicos son compuestos liberados por una planta al medio, los cuales interfieren positiva o negativamente en el desenvolvimiento de otras especies vecinas (Rice, 1974, 1984). No se puede confundir esto con los problemas de competición, o sea, los que derivan de factores ambientales (agua, luz, minerales, etc.).

Para traspasar este problema de concepto, fue sugerida la utilización del término interferencia para designar todas las influencias de una planta sobre otra (Muller, 1969; Rice, 1974, 1984). Considerando la hipótesis de interacciones químicas entre plantas y microorganismos algunos autores extendieron el concepto de aleloquímico a todo compuesto producido por un organismo de una especie dada que directa o indirectamente afecta el crecimiento o el comportamiento biológico de otra especie (Wittaker & Feeney, 1971). Fue entonces posible extender el término alelopatía al mundo animal sobre la base de la existencia de interacciones químicas entre los seres vivos que provocan reacciones de defensa, ataque o modificación de comportamiento. (Wittaker and Feeney, 1971; Moreira, 1979; Rice, 1984)

Para la clasificación de los compuestos alelopáticos (Rice, 1974, 1984; Moreira, 1979) en relación con el tipo de individuo inhibido o inhibidor se establecieron los términos siguientes:

- Antibiótico microorganismo vs. microorganismo
- Fitoncida planta vs. microorganismo
- Marasmina microorganismo vs. planta
- Colina planta superior vs. planta superior

De todas formas los criterios no son lo suficientemente específicos y deben ser usados con reserva ya que en ocasiones algunas sustancias utilizadas como antibióticos o como fitoncinas pueden ser activadas contra plantas superiores, mientras que algunas marasminas o colinas tienen cierta capacidad de inhibir el crecimiento de microorganismos.

Por su parte, la Sociedad Internacional de Alelopatía, en 1996, amplió lo definido al respecto como el proceso que involucra metabolitos secundarios producidos por las plantas, microorganismos, virus y hongos que influyen en el crecimiento y desarrollo de sistemas agrícolas y biológicos.

Naturaleza química de los compuestos alelopáticos
Conocer la naturaleza química de los compuestos alelopáticos es indispensable para conocer entonces la alelopatía. La mayor parte de las sustancias alelopáticas son metabolitos secundarios del tipo fenilpropano, acetogeninas, terpenoides, esteroides o alcaloides. (Rovira, 1969; Wittaker & Feeney,

1971; Rice, 1974, 1984; Moreira, 1979)

De tal forma, sobre la base de los estudios de las probables vías metabólicas de producción de agentes alelopáticos, Rice (1984) establece los 14 grupos de compuestos siguientes:

Ácidos grasos de cadena corta, Ácidos grasos, Lactonas insaturadas, Naftoquininas, antraquinonas y quinonas complejas, Terpenoides, Ácido gálico y procatéquico, Ácido cinámico y derivados, Cumarinas, Flavonoides, Taninos, Aminoácidos y polipéptidos, Alcaloides y cianidrininas, Uretos y glicósidos y Purinas y nucleótidos.

Resulta notorio al observar plantaciones de bambú o simplemente cuando una especie de ellos se encuentra establecida y con un buen número de años desarrollándose en un lugar determinado la escasa presencia de otras plantas que logran surgir en el área y el poco desarrollo que las mismas presentan.

Lo que al principio nos pareció un simple efecto de control por la luz o debido a la capa de hojarasca que se acumula en esos lugares nos llevó a pensar más tarde en el posible efecto alelopático que pudiera producirse en estas zonas donde se desarrollan los bambúes. Ello constituyó el principal objetivo de este trabajo al comprobar el efecto que producen extractos de hojarasca de bambúes tropicales, incluida la *Guadua angustifolia*, sobre diferentes cultivos tropicales de interés agrícola.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se efectuó en el Laboratorio del Grupo de Investigaciones Alelopáticas ubicado en el Centro de Investigaciones Agropecuarias (CIAP) de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas, Cuba.

El trabajo consistió en probar el efecto de extractos crudos producidos a partir de restos de bambú (hojarasca) de las especies *Bambusa vulgaris* Schrader ex Wendland, *Dendrocalamus strictus* Nees y *Guadua angustifolia* Kunth procedentes de la colección del Jardín Botánico de Cienfuegos, Cienfuegos, Cuba, sobre la germinación de las

especies siguientes: frijol (*Phaseolus vulgaris* L.); tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.); lechuga (*Lactuca sativa* L.); maíz (*Zea mays*, L.); arroz (*Oryza sativa* L.); melón de agua (*Cucumis melo* L.); ajonjolí (*Sesamum indicum* L.); berenjena (*Solanum melongena* L.) y nabo (*Brassica napus* L.).

Los extractos acuosos se obtuvieron siguiendo la metodología de Pratley *et al.* (1996), 20 g de restos (hojas caulinares y de las ramas) se mezclaron con 200 mL de agua destilada y se sometieron a 800 C durante 15 minutos. Al refrescarse la solución se filtró, al residuo sólido se le añadieron 100 mL de agua destilada y se sometió nuevamente al calor a la misma temperatura, filtrándose posteriormente. Se unieron los dos filtrados y se centrifugaron a 3900 rpm. durante 15 min decantándose el sobrenadante. A los extractos obtenidos se les determinó pH, Potencial Redox, Sólidos Disueltos Totales y Conductividad en un potenciómetro INOLAS Lever 1 y se consideró al 100 % de concentración. Fue empleado como sustancia sobre la que obligamos a germinar las diferentes semillas de las especies estudiadas.

Los experimentos se realizaron bajo condiciones homogéneas de temperatura, humedad y luz en placas de Petri de cristal de 150/25mm, utilizando como sustrato zeolita. Las semillas fueron previamente desinfectadas con hipoclorito de sodio al 3 % durante un minuto. Se colocaron 10 semillas de cada especie por placa, repitiéndose 3 veces para un total de 30 semillas para todos los tratamientos y el testigo. Durante todo el tiempo de ensayo se mantuvo suficiente humedad en las placas.

La germinación comenzó a evaluarse desde el momento de la ruptura de los tegumentos de las semillas realizándose siempre las evaluaciones a la misma hora hasta el final de este proceso. A los 7 días de terminada la germinación se cosecharon las plántulas, y se determinaron los largos de epicotilos y radículas con pie de rey, así como sus respectivos pesos fresco y seco con balanza de 0,01 g de aproximación. La materia seca se determinó colocando las muestras en estufa con circulación de aire forzada a 60-65 °C, hasta peso constante.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los indicadores que caracterizaron los extractos acuosos obtenidos entre las especies de bambúes se aprecian en la tabla 1.

Tabla 1. Algunos indicadores obtenidos en los extractos acuosos de las hojarascas de bambúes

Indicadores	<i>G. angustifolia</i>	<i>D. strictus</i>	<i>B. vulgaris</i>	Agua destilada
pH	6,77	6,72	6,31	7,20
Potencial redox (mV)	28,12	34,51	57,2	21,95
Sales (g/L)	0	0,1	0,1	0
Conductividad (μ S/cm)	497	513,8	580	2,6
Total Sólidos Disueltos (mg/L)	432,2	486,6	488,9	2,0

Se nota la ausencia de sales en todos ellos, mientras que la acidez de los mismos se encuentra cerca de la neutralidad. Cabe destacar que el mayor tenor de los sólidos disueltos coincide con el valor más elevado de la conductividad que corresponde a la *B. vulgaris*. Podemos considerar que estos licores poseen características especiales que afectan el desarrollo de las especies expuestas a ellos. Estos resultados aparecen por primera vez y no hallamos

ninguna información al respecto en la literatura consultada.

La germinación (%) de las diferentes especies de interés agrícola frente a los extractos de bambúes tuvo el siguiente efecto. En los casos del maíz y el frijol no se halló un marcado efecto de los extractos sobre este indicador estudiado, resultados similares encontraron Torres *et al.* (2005) cuando evaluaron

la germinación de dichas especies con extractos crudos de orozuz (*Phyla strigulosa* Mold.) al obtener un porcentaje superior al 90 %. Todo parece indicar que las diferentes especies tienen contenidos alimenticios en sus cotiledones que resultan suficientes y eficaces para no permitir actuar a los agentes alelopáticos en los procesos de la germinación evadiendo cualquier efecto negativo.

Las especies más afectadas en este sentido fueron el nabo, el arroz, el melón y la lechuga, quienes disminuyen en este sentido. Ríos (2003) encontró tendencias similares para el cultivo del arroz cuando utilizó extractos crudos de *G. angustifolia*. El efecto sobre el ajonjolí es estimulador ya que los extractos ayudan a la germinación de sus semillas.

Tabla 2 Germinación (%) al quinto día

Especies	Testigo	<i>G. angustifolia</i>	<i>D. strictus</i>	<i>B. vulgaris</i>
Maíz	100	100	100	100
Arroz	100	85	95	100
Melón	100	80	95	90
Tomate	95	87,5	90	95
Ajonjolí	70	85	95	82,5
Lechuga	90	86	72	73
Berenjena	100	90	90	90
Nabo	85	72,5	67,5	57,5
Frijol	92,5	90	90	95

Por otra parte, hay efectos adversos sobre el resto de las especies estudiadas. Norrington-Davies (1994) señala que el efecto inhibitorio en la germinación de muchas especies es debido a sustancias tóxicas emitidas por las plantas. Nandal *et al.* (1994) informan la presencia de ácidos fenólicos en bambúes de los géneros *Bambusa*, *Phyllotachys* y *Sinocalamus* en extractos provenientes de restos de hojas caídas que posiblemente sean los responsables del efecto alelopático que producen. Estos resultados coinciden con Guenzi y Mc Calla (1967) quienes manifiestan que en algunas plantas como el sorgo se libera ácido ferúlico que inhibe la germinación.

En la tabla 3 observamos que no hubo diferencias cuando comparamos el largo de los epicotilos frente a los extractos de diferentes especies de bambúes en el melón, tomate, frijol y la berenjena. Por su parte, se presentaron diferencias significativas para la lechuga, el arroz, el maíz y el ajonjolí.

Observamos un incremento de los largos de epicotilos en el maíz ante los extractos de *G. angustifolia* y *B. vulgaris*, en lechuga frente al *D. strictus*, en la berenjena con los de

Dendrocalamus y *Bambusa* y en el frijol ante el proveniente del *Dendrocalamus*. Torres *et al.* (2005) encontraron un efecto estimulador del crecimiento radicular en el maíz y frijol, respecto al testigo cuando utilizaron extractos crudos de orozuz (*Phyla strigulosa* Mold.). Por otra parte, se presenta una disminución de los largos de epicotilos en el arroz y el melón, frente a todos los extractos. Resultados similares obtiene Aguilar (2003) al aplicar restos de tabaco (*Nicotiana tabacum* L.) a parcelas de pepino (*Cucumis sativus* L.) donde se redujo el desarrollo radicular de este cultivo en un 25 %. De igual forma, Anaya y Pelayo-Benavides (1997) al utilizar extractos de hojas de *Mirabilis jalapa* L. sobre pepino, obtuvieron una inhibición del crecimiento radicular de un 74 %, lo cual ubica a esta última como una especie de alta sensibilidad a ciertos extractos, siendo una excelente planta indicadora.

Es de destacar en el caso del arroz que el promedio de los epicotilos en el testigo es de 4,69 cm y disminuye a 1,74 cm y 1,28 cm cuando evaluamos sus plántulas creciendo en extractos de *G. angustifolia* y *D. strictus*, respectivamente.

Tabla 3. Efecto de los diferentes extractos sobre el largo de los epicotilos (cm)

Especies	Testigo	<i>G. angustifolia</i>	<i>D. strictus</i>	<i>B. vulgaris</i>	E.S±X
Melón	4,2a	2,1a	3,2a	3,1a	0,46
Tomate	5,1a	4,4a	4,7a	5,3a	0,30
Lechuga	2,4a	2,5b	2,9a	2,0a	0,11
Ajonjolí	5,3a	4,9a	4,0b	4,0b	0,23
Frijol	15,1a	14,0a	18,4a	14,7a	1,11
Arroz	4,6a	1,7b	1,3b	2,4b	0,39
Nabo	4,4ab	6,2 a	5,9 a	4,6 ab	0,30
Maíz	1,2b	1,6a	1,2b	1,4a	0,10
Berenjena	2,1a	1,8a	2,4a	2,5a	0,17

(a, b, c) Medias con letras no comunes en hileras, difieren $P < 0.05$ (Duncan, 1955).

En la tabla 4 se observa el comportamiento del largo de las radículas, donde se presentaron diferencias significativas en los casos del melón, tomate, ajonjolí, nabo y frijol frente a los diferentes licores obtenidos. No obstante, es de destacar que se aprecia una disminución en el crecimiento de las radículas en la mayoría de las especies, sobre todo en el caso del melón (2,5 veces), esta última pertenecientes a la Familia Cucurbitaceae.

Los extractos incrementaron el largo de las radículas en el caso del maíz y el frijol (2,0 y 3,6 veces, respectivamente). Estos resultados coinciden con Gizasa (2001) quien expresa que el fenómeno alelopático puede

manifestar sus efectos a través de la inhibición o estimulación de los procesos de crecimiento de las plantas.

Chou y Hou (1981) informaron sobre el potencial alelopático que presentaron las especies *Bambusa floribunda* Munro, *B. multiplex* Raeusch., *B. pachinensis* Hayata y *B. ventricosa* McClure sobre las especies lechuga (*Lactuca saliva* L.) y arroz (*Oryza sativa* L.). Por su parte Eyini *et al.* (1989) hallaron un efecto alelopático de extractos acuosos de *Bambusa arundinaceae* Ait. sobre posturas de maní (*Arachis hipogea* L.).

Tabla 4. Efecto de los diferentes extractos sobre el largo de radículas. (cm)

Especies	Testigo	<i>G. angustifolia</i>	<i>D. strictus</i>	<i>B. vulgaris</i>	E.S±X
Melón	8,0a	3,5c	6,2b	6,2b	0,53
Tomate	6,8a	4,4b	5,9ab	5,0b	0,47
Lechuga	2,9a	3,2a	3,1a	2,7a	0,20
Ajonjolí	6,5a	5,3b	4,9b	4,4b	0,32
Frijol	5,0b	6,1ab	7,7a	7,5a	0,52
Arroz	4,5b	4,8b	4,6b	6,4b	0,44
Nabo	1,9 c	6,3 a	7,4 a	4,7 b	0,46
Maíz	6,4c	13,1a	9,7b	12,8a	0,65
Berenjena	2,3 a	2,3 a	2,6 a	2,6 a	0,15

(a, b, c) Medias con letras no comunes en hileras, difieren $P < 0.05$ (Duncan, 1955).

CONCLUSIONES

1. Se obtienen extractos acuosos de *Bambusa vulgaris*, *Dendrocalamus strictus* y *Guadua angustifolia* con características bien marcadas en relación con sus Potenciales Redox, Conductividad y Total de sólidos disueltos, y muy diferentes a los de agua destilada con quienes los comparamos.

2. La germinación de las semillas estudiadas (%) se vio afectada negativamente en casi todos los casos, salvo en el maíz y el frijol. Se produjo un incremento de la misma solo en el caso del ajonjolí.

3. El crecimiento de los epicotilos sufrió variaciones en dependencia de la especie y el extracto en cuestión. Hubo disminución de los mismos en casi

todas las especies estudiadas. Se destacó en este caso la disminución que tuvo lugar en el arroz.

4. Las radículas disminuyeron también su crecimiento en la mayoría de las especies, sobre todo en el caso del melón donde las mismas se redujeron 2,5 veces.

BIBLIOGRAFÍA

1. Aguilar, R. C.: Evaluación del efecto alelopático de *Nicotiana tabacum* L, Tesis de maestría, III Conferencia Internacional Desarrollo Agropecuario y Sostenibilidad, Facultad de Ciencias Agropecuarias, UCLV, Santa Clara, Cuba, 76 pp., 2003.

2. Anaya, A. L. and H.R. Pelayo-Benavides: "Allelopathy potencial of *Mirabilis jalapa* L. (Nyctaginaceae): Effects on germination, growth on cell division of some plants." *Allelopathy Journal* 4 (1): 57-68, 1997.

3. Chou, C.H. and M.H. Hou "Allelopathic researches of subtropical vegetations in Taiwan. I Evaluation of allelopathic potencial of bamboo vegetation. Proceedings of the National Science Council, Rep. China, Part B. 5:284-292, 1981.

4. Duncan, D. B.: Multiple range and multiple F test. *Biometrics*. 11:1, 1955.

5. Eyini, M.; M. Jayakumar and S. Pannirelvan: "Allelopathic effect of bamboo leaf extract on the seedling of groundnut," *Tropical Ecology* 30:138-141, 1989.

6. Gizasa: Plantas alelopáticas. Disponible en la World Wide Web: <http://www.webcolombia.com/alelopatia.consulta> 30/05/05, 20001.

7. Guenzi, W. and T.M. Mc Calla: "Presence and persistent of phytotoxic substances in wheat, oat, corn and sorghum residues," *Agron. J.* 58:163-165, 1967.

8. Moreira, I.: Implicações da alelopatia na agricultura. Coleção "Natura" da Sociedade Portuguesa de Ciências Naturais (Nova série) 5:1-52, 1979.

9. Muller, C.H.: "Allelopathy as a factor in ecological process," *Vegetatio* 18:340-347, 1969.

10. Nandal, D. P.; S. Bisla; S. Narwal and J. Kanshik: Allelopathic interact in agroforestry systems.

Allelopathic in Agriculture and forestry. Scientific Publisher, Jodhpur: 93-130, 1994.

11. Norrington-Davies, J.: Allelopathy. Department of Agricultural Botany, University College of Wales, pp. 1-26, 1994.

12. Pratley, J.E.; T. Haig and P. Jellet: "Genotypic variation of plant species to allelopathic infect of *Vulpia* residues," *Aust. J. Exp. Agric.* 37:647-660, 1996.

13. Rice, E.L.: *Allelopathy*, First edition. Academic Press, New York, 353 pp., 1974.

14. Rice, E. L.: *Allelopathy*, Second edition. Academic Press, New York, 1984.

15. Rios, C.: Efectos Alelopáticos de los Bambúes. Estudios preliminares. Memorias del Primer Taller Nacional de Bambú, pp. 53-62, 2003.

16. Rovira, A.D.: "Plant root exudates," *Botanical Review* 35:35-57, 1969.

17. Sampietro, D. A.: Alelopátia: conceptos, características, metodología de estudio e importancia, Instituto de Estudios vegetales, Argentina, Disponible en la World Wide Web: <http://fai.unne.edu.ar/biología/planta/alelopatia.htm> (Consultado el 20/01/05), 2001.

18. Torres García, S.; M. Hernández Aro; M. Puente Isidró; F. De Cupere and P. Van Damme: Efecto del Orozuz (*Phylla strigulosa* Mold.) sobre la germinación y crecimiento de cultivos, III Conferencia Internacional Desarrollo Agropecuario y Sostenibilidad. Facultad de Ciencias Agropecuarias, AGROCENTRO, 2005.

19. Wittaker, R.H & P. P. Feeney: "Allelochemicals: chemical interaction between species," *Science* 171:757-770, 1971.

Recibido: 25/Junio/2007

Aceptado: 26/Noviembre/2007